



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 165 097** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁷ **G 02 B 27/09, H 01 S 5/40**

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 99117626/28, 04.11.1998
(24) Effective date for property rights: 04.11.1998
(43) Application published: 10.04.2001
(46) Date of publication: 10.04.2001
(85) Commencement of national phase: 18.08.1999
(86) PCT application:
RU 98/00363 (04.11.1998)
(87) PCT publication:
WO 00/27002 (11.05.2000)
(98) Mail address:
119121, Moskva, per. 1-j Neopalimovskij
3/10, kv.19, Kurennoj O.N.

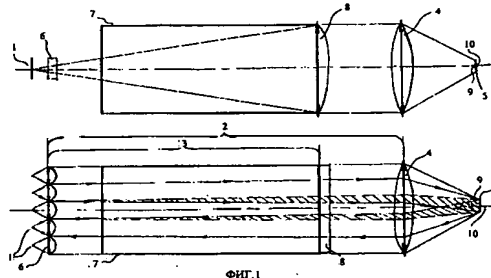
(71) Applicant:
Firma "REJTEhK Lazer Indastris Ltd." (IL)
(72) Inventor: Solodovnikov V.V. (RU),
Lavrov A.F. (RU)
(73) Proprietor:
Firma "REJTEhK Lazer Indastris Ltd." (IL)
(74) Representative:
Kurennaja Oksana Nikolaevna

(54) RADIATING ADDER

(57) Abstract:

FIELD: optics. SUBSTANCE: radiating adder has at least two radiation sources with radiating strips, display positioned between radiation sources and focusing zone and carrying radiation former that incorporates aids for radiation collimation and aid for radiation focusing. Centers of radiating strips of radiation sources are predominantly located in plane perpendicular to long sides of radiating strips. Optical length from output butt of each radiation source to focusing zone is equal to $L \pm \Delta L$, where ΔL is deviation of optical length amounting to not more than 10% of L . Radiation former incorporates one aid to transport radiation, as minimum, capable of mixing radiation of radiation sources over at least part of its extent. Aids for radiation collimation are manufactured in the form of means collimating radiation in planes parallel to short sides of radiating

strips and located on side of radiation sources and means collimating radiation in plane parallel to long sides of radiating strips which is located behind aid to transport radiation. EFFECT: increased brightness and density of output power, decreased radiation losses, enhanced operational efficiency on various wave lengths, simplified adjustment and manufacturing technology, reduced overall dimensions and mass. 18 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к высокояркостным и с высокой плотностью выходной мощности источникам излучения, преимущественно на основе лазерных диодов.

Создание источников - излучающих сумматоров высокой яркости, с высокой плотностью выходной мощности практически когерентного излучения, имеющих суженную спектральную характеристику, и с возможностью ввода излучения сумматора в световолокно, преимущественно диаметром 50 мкм, является одной из важнейших задач лазерной техники.

Известны устройства высокояркостных излучающих сумматоров [WO 92/02844 A1, 1992, G 02 B 27/00, H 01 S 3/094], [US 005319528 A, 1994, F 21 V 7/04, 362/32], и в том числе на основе лазерных диодов. Отдельные излучающие источники таких устройств имеют полосковую область излучения в плоскости поперечного сечения, перпендикулярного к оптической оси соответствующего излучающего источника. Для ввода излучения, например, в световолокно необходимо получить практически круглое пятно на приемной поверхности для снижения потерь излучения. В известных указанных устройствах, а также в работе [T.Y.Fan and Antonio Sanchez, IEEE Journal of Quantum Electronics (1990), vol.26, N 2, p. 311-316] путем установки анаморфотных, коллимирующих и фокусирующих средств получают практически полную засветку приемной поверхности при наличии обособленных, не перекрывающихся областей распространения лучей от каждого источника в приемном угле от фокусирующего средства в зону фокусировки, в которой помещена приемная поверхность.

Известный излучающий сумматор, в соответствии с [US 005463534 A, 1995, F 04 V 7/04, 362/32], включает по крайней мере два излучающих источника с равной полосковой геометрией излучающих областей. Излучающие полосы выходных торцов в сечениях, перпендикулярных оптическим осям излучающих источников, имеют длинные и короткие размеры перпендикулярно расположенных сторон. Оптическая длина пути излучения от выходного торца одного из излучающих источников до зоны фокусировки [см., например, Общий курс физики, том 3, Г.С. Ландсберг. "Оптика", Гос.изд. Технич.-теоретической литературы, Москва, 1952 г., с. 84], отлична от соответствующей оптической длины пути излучения от выходного торца другого излучающего источника до той же зоны фокусировки в известном устройстве [US 005463534 A, 1995, F 04 V 7/04, 362/32].

Отображающее средство излучающего сумматора помещено между излучающими источниками и зоной фокусировки и содержит средство формирования излучения, включающее средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающей полосы, а также средство фокусировки в зону фокусировки, в которую помещена приемная поверхность.

В таком излучающем сумматоре для получения требуемой засветки приемной поверхности использованы в отображающем средстве цилиндрические телескопы, средства коллимирования и фокусирования. Средство

фокусирования выбрано с практически равными фокальными длинами по х- и у-осям. Авторами [US 005463534A, 1995, F 04 V 7/04, 362/32] особо отмечено, что в области приемного угла между средством фокусирования и зоной фокусировки (приемной площадкой) луч от каждого излучающего источника занимает обособленное пространство, не распространяясь в смежных лучах. По спектральным параметрам и по длинам волн результирующий пучок содержит весь разброс, характерный для отдельных источников излучения. При этом создаются трудности, особенно в случае лазерных диодов, получения при минимуме используемых исходных излучающих источников максимума выходной яркости, что наиболее актуально при введении излучения в оптическое световолокно.

В основу изобретения положена задача создания излучающего сумматора со значительно увеличенной яркостью, плотностью выходной мощности, увеличенным коэффициентом ввода при введении излучения в оптическое волокно, диаметром в 50 мкм, с уменьшенным числом источников излучения, уменьшенными потерями излучения на оптическом пути и при освещении приемной поверхности и/или частично отражающего средства, с возможностью самонастройки сумматора, увеличенной эффективностью его работы на разных длинах волн, упрощенной юстировкой, технологией изготовления, уменьшенными габаритами и весом, а также при обеспечении удобства реализации.

В соответствии с изобретением в первом варианте поставленная задача решается тем, что в излучающем сумматоре, включающем по крайней мере два излучающих источника с излучающими полосками, имеющими прямоугольное сечение, отображающее средство, помещенное между излучающими источниками и зоной фокусировки и содержащее средство формирования излучения, включающее средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающих полосок, и средство фокусировки излучения, причем центры излучающих полосок излучающих источников преимущественно расположены в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, а оптическая длина от выходного торца каждого из излучающих источников до зоны фокусировки равна $(L \pm \Delta L)$, где ΔL - отклонение оптической длины, составляющее не более 10% от L, при этом в средство формирования дополнительно введено по крайней мере одно средство переноса излучения, обладающее по крайней мере на части своей протяженности возможностью смешивания излучений от излучающих источников, а средства коллимирования излучения выполнены в виде средств, коллимирующих излучения в плоскостях, параллельных коротким сторонам соответствующих излучающих полосок, и размещенных со стороны излучающих источников для каждого из них, и средства, коллимирующего излучение в плоскости, параллельной длинным сторонам полосок, и помещенного после средства переноса.

При этом в таком излучающем сумматоре

в некоторых случаях источники излучения могут быть выполнены как в виде полосковых лазерных диодов, так и в виде полосковых суперлюминесцентных диодов.

Отличием предложенных излучающих сумматоров являются существенные признаки конструкции: система излучающих источников (в частности, лазерных диодов), центры излучающих полосок которых расположены преимущественно в одной плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок и преимущественно проходящей через оптическую ось сумматора (под оптической осью сумматора понимают оптическую ось, совпадающую с оптической осью средства фокусировки); средство формирования с пространственно разнесенными средствами, коллимирующими по разным плоскостям, параллельным сторонам полосок, с помещением между ними средством переноса; а также выбор оптической длины от выходного торца каждого излучающего источника до зоны фокусировки, равной $(L \pm \Delta L)$, в соответствии с видом излучающего источника. Все указанное в совокупности определяет особенности функционирования и получаемые выходные характеристики излучающего сумматора - высокие яркость, плотность выходной мощности при уменьшенном количестве излучающих источников, при равномерной засветке приемной поверхности, помещенной в зону фокусировки, т.е. получении яркости пятна в центре, практически равной его яркости по краям приемной поверхности, упрощении технологии юстировки, уменьшении потерь излучения.

В одном случае поставленная задача решается тем, что для различных излучающих источников отклонение оптической длины ΔL выбрано составляющим 2 - 8% от L , чем достигается повышение яркости и плотности выходной мощности.

В другом случае поставленная задача решается тем, что для каждого из по крайней мере двух лазерных диодов, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL выбрано удовлетворяющим условию когерентности, а именно $\Delta L \leq \pi \lambda^2 / 8 \delta \lambda$, где λ - длина волны излучения, $\delta \lambda$ - отклонение длины волны излучения [см., например, Коломийцев. "Интерферометры", изд. "Машиностроение". Ленинградское отделение, 1979 г., с. 85]. При этом также достигается повышение яркости и плотности выходной мощности.

При проведении экспериментальных исследований предложенного излучающего сумматора с лазерными диодами при выбранных отклонении оптической длины ΔL и отклонении длины волны $\delta \lambda$ было получено сужение диаграммы направленности, т.е. увеличен коэффициент ввода в световолоконную жилу диаметром в 50 мкм с равной мощностью по всему диаметру световолокна.

В соответствии с изобретением во втором варианте поставленная задача решается тем, что в излучающем сумматоре, включающем по крайней мере два излучающих источника с излучающими полосками, имеющими прямоугольное сечение, отображающее средство, помещенное между излучающими

источниками и зоной фокусировки и содержащее средство формирования излучения, включающее средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающих полосок, и средство фокусировки излучения, причем излучающие источники выполнены в виде лазерных диодов, центры излучающих полосок которых преимущественно расположены в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, а оптическая длина от выходного торца каждого из лазерных диодов до зоны фокусировки равна $(L \pm \Delta L)$, где ΔL - отклонение оптической длины, причем для каждого из по крайней мере двух лазерных диодов, расположенных симметрично относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL выбрано удовлетворяющим условию когерентности, а именно $\Delta L \leq \pi \lambda^2 / 8 \delta \lambda$, где λ - длина волны излучения, $\delta \lambda$ - отклонение длины волны излучения, а для остальных лазерных диодов отклонение оптической длины ΔL принято составляющим не более 10% от L , при этом в средство формирования дополнительно введено по крайней мере одно средство переноса излучения, обладающее по крайней мере на части своей протяженности возможностью смешивания излучений от лазерных диодов, а средства коллимирования излучения выполнены в виде средств, коллимирующих излучения в плоскостях, параллельных коротким сторонам соответствующих излучающих полосок, и размещенных со стороны лазерных диодов для каждого из них, и средства, коллимирующего излучение в плоскости, параллельной длинным сторонам излучающих полосок, и помещенного после средства переноса, а в зоне фокусировки размещено частично отражающее средство.

Отличием предложенного второго варианта излучающего сумматора наряду с существенными признаками конструкции первого варианта излучающего сумматора являются: выбор излучающих источников - лазерных диодов; величин отклонения оптической длины ΔL и отклонения длины волны $\delta \lambda$, которые хотя бы для двух лазерных диодов удовлетворяют условию когерентности; введение частично отражающего средства. Получено существенное улучшение характеристик симметрично расположенных излучателей вследствие их влияния друг на друга, что в совокупности с предложенным средством формирования приводит к самонастройке всей совокупности лазерных диодов. Это определило следующие особенности функционирования и получаемые выходные характеристики излучающих сумматоров - получен интегральный пучок излучения повышенной спектральной яркости, с суженной диаграммой направленности, с повышенной энергетической яркостью и вследствие этого с увеличенным коэффициентом ввода в световолоконную жилу диаметром 50 мкм.

В данном устройстве, именно в средстве переноса, в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, происходит сведение частично коллимированных отдельных когерентных

лучей от каждого источника в плотно упакованный, с заданным, по крайней мере частичным смещением соседних лучей, по крайней мере на части пути в средстве переноса, в интегральный пучок излучения. После средства переноса интегральный пучок сколлимирован в перпендикулярной плоскости. Получаемый в предложенной нами оригинальной конструкции интегральный пучок с весьма высокой степенью приближения можно рассматривать как единичный луч. Кроме того, введение частично отражающего средства также влияет на равномерность распределения энергетической яркости по всему суженному сечению интегрального пучка излучения. Именно предложенные неочевидные и новые существенные признаки излучающих сумматоров привели к значительному увеличению яркости, концентрации луча в центре зоны фокусировки и к малому снижению энергетической яркости на периферии результирующего пятна.

В соответствии с изобретением в третьем варианте поставленная задача решается тем, что в излучающем сумматоре, включающем излучающие источники с излучающими полосками, имеющими прямоугольное сечение, отображающее средство, помещенное между излучающими источниками и зоной фокусировки и содержащее средство формирования излучения, включающее средство коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающих полосок, и средство фокусировки излучения, причем излучающие источники выполнены в виде лазерных диодов и размещены таким образом, что центры излучающих полосок по крайней мере двух лазерных диодов, преимущественно расположены в плоскости, перпендикулярной плоскости, в которой расположены преимущественно центры излучающих полосок других, по крайней мере двух лазерных диодов, причем указанные плоскости перпендикулярны длинным сторонам излучающих полосок соответствующих лазерных диодов, в отображающем средстве дополнительно введено второе средство формирования, каждое из которых соединено с соответствующими по крайней мере с двумя лазерными диодами, в каждое средство формирования дополнительно введено, по крайней мере одно средство переноса излучения, обладающее, по крайней мере на части своей протяженности, возможностью смешивания излучений, а средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях выполнены в виде средств, коллимирующих излучения в плоскостях, параллельных коротким сторонам соответствующих излучающих полосок, и размещенных со стороны лазерных диодов для каждого из них, и средства, коллимирующего излучение в плоскости, параллельной длинным сторонам излучающих полосок, помещенного после средства переноса, причем соответствующие оптические оси средств формирования перпендикулярны, после средств формирования на пересечении их оптических осей и до средства фокусировки дополнительно введен поляризатор с возможностью пропускания коллимированного

излучения от одного формирующего средства и полного внутреннего отражения коллимированного излучения от другого формирующего средства для получения результирующего суммарного излучения, а в зоне фокусировки размещено частично отражающее средство, при этом оптическая длина от выходного торца каждого из лазерных диодов до зоны фокусировки равна $(L \pm \Delta L)$, где ΔL - отклонение оптической длины, причем для каждого из по крайней мере двух лазерных диодов, расположенных симметрично относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL выбрано удовлетворяющим условию когерентности, а именно $\Delta L \leq \pi \lambda^2 / 8 \delta \lambda$, где λ - длина волны излучения, $\delta \lambda$ - отклонение длины волны излучения, а для остальных лазерных диодов отклонение оптической длины ΔL принято составляющим не более 10% от L .

Отличием предложенного третьего варианта излучающего сумматора наряду с существенными признаками конструкции второго варианта излучающего сумматора является то, что определенно подобраны лазерные диоды располагают со строгой ориентацией их оптических осей по отношению друг к другу и ко всем элементам в каждой подсистеме. Поэтому выходящий сколлимированный пучок из каждой подсистемы обладает высокой степенью поляризации. Каждая подсистема строго ориентирована одна относительно другой. Если до зоны фокусировки на пересечении оптических осей средств формирования установить поляризатор, то произойдет высокоэффективное, с малыми потерями объединение двух пучков. В результате яркость увеличится практически вдвое.

При несоблюдении хотя бы одного из заявленных признаков изобретения степень поляризации каждого результирующего пучка, выходящего из соответствующего средства формирования, значительно снижается и использование поляризатора становится неэффективным.

Поставленная задача для трех вариантов решается также тем, что средство переноса сформировано со степенью смещения, выбранной в диапазоне 10 - 40%, что приводит к повышению яркости и плотности выходной мощности.

При выбранной степени смещения (10 - 40%) в средстве переноса лучи источников в значительной степени перекрываются в приемном угле после фокусирующего средства и полностью перекрываются вблизи зоны фокусировки. Зона фокусировки освещена полностью каждым лучом источника, что позволяет получить практически равномерную ее освещенность, а следовательно, и частично отражающего средства, помещенного в ней, в соответствии со вторым и третьим вариантами.

Также поставленная задача для трех вариантов решается также тем, что указанное средство переноса может быть выполнено с заданным изменением степени смещения, по крайней мере в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, и по крайней мере в одном направлении. При этом в одном из случаев для трех вариантов средство переноса может быть сформировано

с заданным изменением коэффициента преломления. Здесь создается возможность снижения потерь излучения на оптическом пути и при освещении приемной поверхности и/или частично отражающего средства, а также упрощения юстировки.

Кроме того, введение предложенного средства переноса позволило снизить требования к юстировке отдельных излучателей, что привело к упрощению технологии изготовления изделия. При введении предложенного средства переноса сумматор получен компактным, уменьшены его габариты. При этом его основные характеристики - яркость и плотность выходной мощности увеличены.

Поставленная задача для всех трех вариантов решается тем, что количество излучающих источников предложено определять из диапазона $0,5N - 1,5N$, где N выбрано целочисленным из условия

$$N = [a \cdot \sin(\theta_a/2)]/[b \cdot \sin(\theta_b/2)],$$

где a и b - размеры излучающих полосок излучающего источника, соответственно, длинной и короткой сторон, θ_a и θ_b - углы расходимости, соответственно, в плоскостях, параллельных длинной и короткой сторонам излучающих полосок. Указанное позволяет получить изоморфное поперечное сечение выходного интегрального пучка.

Поставленная задача для трех вариантов решается также тем, что источники излучения размещены так, что центры их излучающих полосок размещены в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок. Кроме того, приемная поверхность может быть помещена в зоне фокусировки. Все это приводит к достижению максимальной яркости.

Для второго и третьего вариантов поставленная задача решается также тем, что плоскости приемной поверхности и частично отражающего средства выбирают совпадающими, что упрощает технологию и повышает удобство реализации излучающего сумматора.

Поставленная задача для трех вариантов для лазерных диодов решается также тем, что для любой пары лазерных диодов, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL и отклонение длины волны $\delta\lambda$ выбраны удовлетворяющими условию когерентности, а именно $\Delta L \leq \pi \lambda^2 / 8 \delta\lambda$.

Данное условие в совокупности с наличием частично отражающего средства, с предложенным средством формирования излучения, создающим плотноупакованный пучок излучения, и со строго ориентированным расположением лазерных диодов позволяет получить интегральный пучок излучения, выходящий из средства формирования с практически равной яркостью по сечению пучка, а также позволяет оказывать взаимное влияние симметрично расположенных лазерных диодов друг на друга и на самонастройку всей совокупности лазерных диодов. Это обеспечивает повышение яркости и плотности выходной мощности, концентрацию излучения в центре зоны фокусировки.

В развитие решения поставленной задачи предложено по крайней мере один из лазерных диодов выбирать с наименьшими

углами расходимости θ_a и θ_b и спектральной полушириной. Кроме того, если указанный лазерный диод помещают на оптической оси сумматора, а прочие расположены симметрично по отношению к нему, то кроме увеличения яркости, плотности выходной мощности и возможности самонастройки сумматора, упрощается технология изготовления.

Целесообразно в рассматриваемых случаях лазерный диод, имеющий углы расходимости θ_a и θ_b и спектральную полуширину наименьшие по сравнению с теми же характеристиками других лазерных диодов, выполнять одномоновым, что вследствие возможности самонастройки сумматора приводит к увеличению яркости и плотности выходной мощности.

Для трех вариантов для лазерных диодов представляет интерес выбирать лазерные диоды по крайней мере с двумя различными значениями длин волн. При этом возможна модификация, в которой по крайней мере к одному формирующему средству установлено нечетное число, по крайней мере три лазерных диода, причем лазерные диоды с одинаковыми длинами волн размещены симметрично относительно оптической оси сумматора.

Предложенная нами конструкция позволяет использовать в качестве лазерных диодов источники, работающие на разных длинах волн, получая результирующий высокояркостный пучок, содержащий различные длины волн излучения. При этом сохраняется компактность и вес конструкции. Такой высокояркостный излучатель с пучком излучения, содержащим различные длины волн, можно использовать в телевизионных устройствах, диагностических системах и т.д.

Существом настоящего изобретения является создание конструкции излучающего сумматора с предложенным средством переноса излучений, имеющего заданную степень перекрытия (смещения) отдельных частично сфокусированных (только в плоскости, параллельной короткой стороне излучающей полоски) излучений от каждого излучающего источника (в частности, от каждого лазерного диода) для образования единого интегрального пучка, который потом коллимируют в плоскости, параллельной длинной стороне излучающей полоски. При этом необходимы строгая ориентация источников излучения относительно друг друга и относительно других оптических элементов предложенного устройства. Определенные ориентация и последовательность размещения элементов в средстве формирования позволили выбрать оптическую длину пути излучения от выходного торца каждого из излучающих источников до зоны фокусировки, равной $(L \pm \Delta L)$. Выбран узкий диапазон изменений отклонения оптической длины ΔL . Все отмеченное позволило значительно снизить величины рассеяния энергии излучений при переносе излучений от каждого отдельного излучающего источника в зону фокусировки. Достигнуто практически полное смещение (перекрытие) лучей от каждого излучающего источника в приемном угле, по крайней мере в большей его части, граничащей с зоной фокусировки. Это обеспечило равномерность засветки приемной

поверхности, как помещенной в зону фокусировки, так (при соответствующей оптике) и размещенной далее по оптической оси. Нами получено значительное увеличение яркости, плотности выходной мощности, в том числе и для источников с различной длиной волны. При этом габаритные размеры устройства уменьшены практически вдвое по сравнению с устройством прототипа [US 005463534 A, 1995, F 04 V 7/04, 362/32]. Кроме того, в случае сумматора с лазерными диодами, с введенным частично отражающим средством и при выполнении условия когерентности по крайней мере для двух симметрично расположенных лазерных диодов, позволило сформировать результирующее излучение более высокой яркости, со значительно суженным спектром излучения, с увеличенным коэффициентом ввода излучения в оптическое волокно малого диаметра, практически одночастотным. Предложенная конструкция системы лазерных диодов (их ориентация и выбор их параметров), жестко связанная с предложенной конструкцией соответствующего формирующего средства и наличием частично отражающего средства, обеспечивает необходимую поляризацию выходного пучка. Введение поляризатора обеспечено высокой степенью поляризации каждого интегрального пучка, выходящего из каждого соответствующего средства формирования. После поляризатора результирующий пучок представляет собой сумму двух пучков из каждого формирующего средства, т.е. яркость выходного пучка увеличилась вдвое.

Совокупность существенных отличительных признаков предложенных сумматоров позволила решить поставленную задачу: увеличена яркость, плотность выходной мощности, увеличен коэффициент ввода при введении излучения в оптическое волокно, диаметром в 50 мкм, уменьшено число источников излучения, уменьшены потери излучения на оптическом пути и при освещении приемной поверхности и/или частично отражающего средства, обеспечена самонастройка сумматора, увеличена эффективность его работы на разных длинах волн, упрощена юстировка, технология изготовления, уменьшены габариты и вес, обеспечено удобство реализации.

Обращаем внимание, что техническая реализация предложенного излучающего сумматора основана на известных базовых технологических процессах, которые к настоящему времени хорошо разработаны и широко применяются при изготовлении лазеров, оптических систем.

Изобретение поясняется чертежами, изображенными на фиг. 1-3.

На фиг. 1 схематично изображены продольные сечения излучающего сумматора с источниками излучения в виде лазерных диодов в двух плоскостях: x-z и y-z.

На фиг. 2 схематично изображено продольное сечение в плоскости y-z излучающего сумматора с источниками излучения в виде лазерных диодов и приемником в виде оптического световолокна.

На фиг. 3 схематично изображено продольное сечение варианта излучающего сумматора, содержащего поляризатор.

В дальнейшем изобретение поясняется

конкретными вариантами его исполнения со ссылками на прилагаемые чертежи, изображенные на фиг. 1 - 3. Приведенный пример конструкции излучающего сумматора не является единственным, и предполагается наличие других реализаций, особенности которых отражены в совокупности признаков формулы изобретения.

Предлагаемый излучающий сумматор (далее "сумматор") по первому варианту (см. фиг. 1) состоит из излучающих источников 1 (далее "источник"), отображающего средства 2, состоящего из средств формирования 3 и фокусировки 4. Далее имеется зона фокусировки 5, в которой фокусируется выходной пучок излучения сумматора. Условимся, что при описаниях первого и второго вариантов x-ось выбрана направленной по длинной стороне полоски, а y-ось - по ее короткой стороне. Как и в устройстве прототипа (US 005463534 A, 1995, F 04 V 7/04, 362/32) предполагается, что соответствующие размеры длинной "a" и короткой "b" сторон излучающей полоски должны быть выбраны практически равными для всех источников 1. Центры излучающих полосок (на фигурах не показаны) источников 1 преимущественно расположены в одной плоскости, перпендикулярной направлению длинных сторон излучающих полосок. Средство формирования 3 состоит из коллимирующих средств 6 (обеспечивают коллимирование в плоскости, параллельной y-оси), из средства переноса 7 и коллимирующего средства 8 (обеспечивает коллимирование всех излучений в плоскости, параллельной x-оси). В зоне фокусировки 5 помещены частично отражающее средство 9 и, в изображенном случае, приемная поверхность 10. Источники 1 установлены так, что оптическая длина от выходного торца каждого источника 1 до зоны фокусировки 5 выбрана равной ($L \pm \Delta L$). При этом отклонение оптической длины ΔL , мкм, выбрано составляющим 2 - 8%, до 10% от L, мкм. Приемная поверхность 10 может быть помещена как в зоне фокусировки 5, так и далее по оптической оси. В обоих случаях (в последнем при наличии необходимой оптики) приемная поверхность 10 будет полностью заполнена всеми лучами источников 1.

Предлагаемый излучающий сумматор по второму варианту (см. фиг. 2) составлен из следующих элементов. Излучающими источниками 1 являются лазерные диоды 1. Лазерные элементы (на фигурах не показаны) лазерных диодов 1 изготовлены из лазерной гетероструктуры GaAs - InGaAs с длиной волны излучения $\lambda = (0,670 \pm 0,002)$ мкм при разбросе от диода к диоду в пределах $\pm 0,003$ мкм. В сечении, перпендикулярном оптической оси каждого диода 1 (z-оси), излучающая полоска имеет размеры (100×1) мкм². Условимся, что длинная сторона излучающей полоски лазерного диода совпадает с x-осью, а короткая - с y-осью (аналогично первому варианту). Плоскость, в которой преимущественно расположены центры излучающих полосок лазерных диодов, является плоскостью y-z и проходит через центры их излучающих полосок (т.е. перпендикулярна длинным сторонам излучающих полосок). При подсчете

количества излучающих источников использована математическая формула для определения числа N $-N = [a \cdot \sin(\theta_a/2)]/[b \cdot \sin(\theta_b/2)]$, где θ_a и θ_b углы расходимости, соответственно, в плоскостях, параллельных длинной и короткой сторонам излучающих полосок. Подставляя соответствующие значения "а",

"b", θ_a и θ_b и выбирая количество излучающих источников из предложенного нами диапазона 0,5N - 1,5N, нами получено 13 источников, требуемых для создания практически изоморфной формы пятна выходного высококачественного излучения. Нами для одной пары лазерных диодов 1, а именно вторых от центрального, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL , мкм, и отклонение длины волны $\delta\lambda$, мкм, выбраны удовлетворяющими условию когерентности, а именно $\Delta L \leq \lambda^2/8\delta\lambda$. Величины $\Delta L/L$, относящиеся к другим лазерным диодам, имеют разброс в $(1 \pm 0,05)\%$.

Отображающее средство 2 составлено из средства формирования 3 и средства фокусировки 4. Средство формирования 3 составлено (после лазерных диодов 1) из системы цилиндрических линз 6, коллимирующих излучение в плоскости, параллельной у-оси, помещенных по одной на каждой оптической оси лазерного диода 1 и имеющих фокальное расстояние $(0,26 \pm 0,02)$ см; средства переноса 7 с призмами 11, выполненного из стекла; цилиндрической линзы 8, коллимирующей излучение в плоскости, параллельной х-оси, с фокальным расстоянием $(4,6 \pm 0,2)$ см. Далее установлено средство фокусировки 4 - фокусирующая линза 4, имеющая равные $(\pm 1$ мкм) фокальные расстояния по х- и у-осям, с фокусным расстоянием $(2,5 \pm 0,03)$ см. Далее на оптической оси установлен световод 12, торец которого помещен в зону фокусировки 5, и на нем нанесено частично отражающее покрытие 9 с коэффициентом отражения R порядка $(7 \pm 0,5)\%$.

Излучающий сумматор работает следующим образом. При подаче рабочего тока на лазерные диоды 1 возникает генерация когерентного излучения с заранее определенными длиной волны (или длинами волн) и спектральной полушириной. По оптическим путям, указанным на фиг.1 стрелочками, направленными от источников 1 к зоне фокусировки 5, излучения каждого источника 1 достигают приемной поверхности 10, помещенной в зону фокусировки 5. При этом часть излучения отражается от частично отражающего средства 9, выполненного в виде покрытия 9 на приемной поверхности 10, и возвращается в отображающее средство 2, но по другим оптическим путям, которые на фиг. 1 показаны стрелочками, направленными в обратном направлении. На фиг. 1 показаны сплошной линией излучение, исходящее от излучающего источника 1, второго сверху по расположению на чертеже фиг. 1, и отраженное излучение от частично отражающего средства 9 (его частичный возврат), направленное к излучающему источнику 1, второму снизу по расположению на чертеже фиг.1. Пунктирной линией

изображен путь излучения от центрального источника 1. Заштрихованные области являются областями перекрытия лучей источников 1.

Лучи, частично (приблизительно на $(25 \pm 5)\%$) смешиваются (перекрываются) в средстве переноса 7. Излучение, сколлимированное в двух перпендикулярных плоскостях, поступает на средство фокусировки 4 - на фокусирующую линзу 4, имеющую равные $(\pm 1$ мкм) фокальные расстояния по х- и у-осям, с фокусным расстоянием $(2,5 \pm 0,03)$ см. После прохождения фокусирующей линзы 4 в приемном угле приемной поверхности 10 лучи практически полностью смешаны (перекрываются) как по х-оси, так и по у-оси, полностью освещая каждой исходной частью излучения всю приемную поверхность 10 - квадратное пятно (40×40) мкм² с расходимостью в перпендикулярных плоскостях, равной $(14 \pm 0,2)$ мрад. Приемной поверхностью 10 является торец световолокна 12 диаметром 50 мкм с числовой апертурой приемного волокна NA, равной $0,21 \pm 0,01$. Частично отражающее средство 9 нанесено в виде покрытия на торец оптического световолокна 12.

Выходная мощность P_i каждого лазерного диода в среднем порядка $(250 \pm 0,10)$ мВт. Нами была получена результирующая выходная мощность $P_{вых}$, равная 1,5 Вт на площадке (40×40) мкм². Таким образом, нами получена значительно увеличенная плотность выходной мощности и повышена яркость при малом количестве источников излучения.

Предлагаемый излучающий сумматор по третьему варианту (см. фиг. 3) составлен из двух систем лазерных диодов 1, являющихся источниками излучения 1, и двух средств формирования 3 к каждой системе лазерных диодов 1. Центры излучающих полосок лазерных диодов 1 одной системы лазерных диодов преимущественно расположены в одной, первой плоскости, а центры излучающих полосок лазерных диодов 1 другой системы лазерных диодов преимущественно расположены во второй плоскости, перпендикулярной первой. Каждая указанная плоскость перпендикулярна длинным сторонам излучающих полосок соответствующей системы лазерных диодов. Каждое средство формирования 3 состоит из системы коллимирующих средств 6. Излучение каждого лазерного диода 1 коллимируется с помощью средств 6 в плоскости, параллельной короткой стороне излучающей полоски. В каждом средстве формирования 3 после коллимирующих средств 6 установлено по средству переноса 7, которые обладают по крайней мере на части своей протяженности возможностью смешивания (перекрывания) лучей. После них в каждом средстве формирования 3 установлено по коллимирующему средству 8. Излучения всех лазерных диодов коллимируют с помощью средств 8 в плоскости, параллельной длинной стороне излучающей полоски. Соответствующие оптические оси средств формирования 3, являющиеся оптическими осями средств переноса 7 и коллимирующих средств 8, размещены в соответствующих плоскостях расположения центров излучающих полосок лазерных диодов 1 и перпендикулярны друг

другу. Указанные оптические оси средств формирования 3 пересекаются на линии пересечения плоскостей расположения центров излучающих полосок лазерных диодов 1 после средств формирования 3 и до средства фокусировки 4. Поляризатор 13 размещен своей плоскостью поляризации 14 на пересечении указанных оптических осей средств формирования 3. После поляризатора 13 установлено средство фокусировки 4. В зоне фокусировки 5 размещено частично отражающее средство 9. Оптическая длина пути излучения от выходного торца каждого лазерного диода 1 до зоны фокусировки 5 выбрана равной ($L \pm \Delta L$), мкм. При этом по крайней мере для одной пары лазерных диодов 1, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL , мкм, и отклонение длины волны $\delta\lambda$, мкм, выбраны удовлетворяющими условию когерентности, а именно $\Delta L \leq \pi \cdot \lambda^2 / 8 \cdot \delta\lambda$. Для остальных

лазерных диодов отклонение оптической длины ΔL , мкм, принято не более $(2 \pm 0,05)\%$ от L , мкм.

Таким образом, значительно увеличена плотность выходной мощности, повышена яркость интегрального, плотно сформированного, узкого пучка излучения от малого количества источников излучения с возможностью их работы на разных длинах волн. Упрощена юстировка источников и технология изготовления всего изделия.

Промышленная применимость

Излучающие сумматоры находят широкое применение для накачки твердотельных лазеров, при создании лазерного технологического оборудования, измерительных устройств, медицинского оборудования, устройств для маркировки, средств связи, систем передачи энергии и информации на большие расстояния.

Формула изобретения:

1. Излучающий сумматор, включающий по крайней мере два излучающих источника с излучающими полосками, имеющими прямоугольное сечение, отображающее средство, помещенное между излучающими источниками и зоной фокусировки и содержащее средство формирования излучения, включающее средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающих полосок, и средство фокусировки излучения, отличающийся тем, что центры излучающих полосок излучающих источников преимущественно расположены в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, а оптическая длина от выходного торца каждого из излучающих источников до зоны фокусировки равна ($L \pm \Delta L$), где ΔL - отклонение оптической длины, составляющее не более 10% от L , при этом в средство формирования дополнительно введено по крайней мере одно средство переноса излучения, обладающее по крайней мере на части своей протяженности возможностью смешивания излучений от излучающих источников, а средства коллимирования излучения выполнены в виде средств, коллимирующих излучение в плоскостях, параллельных коротким сторонам соответствующих излучающих полосок, и

размещенных со стороны излучающих источников для каждого из них, и средства, коллимирующего излучение в плоскости, параллельной длинным сторонам полосок, и помещенного после средства переноса.

2. Излучающий сумматор по п.1, отличающийся тем, что излучающие источники выполнены в виде лазерных диодов.

3. Излучающий сумматор по п.1, отличающийся тем, что излучающие источники выполнены в виде суперлюминесцентных диодов.

4. Излучающий сумматор по любому из пп.1 - 3, отличающийся тем, что отклонение оптической длины ΔL , мкм, выбрано составляющим 2 - 8% от L .

5. Излучающий сумматор по п.2, отличающийся тем, что для каждого из по крайней мере двух лазерных диодов, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL выбрано удовлетворяющим условию когерентности, а именно, $\Delta L \leq \pi \cdot \lambda^2 / 8 \cdot \delta\lambda$, где λ - длина волны излучения соответствующего лазерного диода, $\delta\lambda$ - отклонение длины волны излучения.

6. Излучающий сумматор, включающий по крайней мере два излучающих источника с излучающими полосками, имеющими прямоугольное сечение, отображающее средство, помещенное между излучающими источниками и зоной фокусировки и содержащее средство формирования излучения, включающее средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающих полосок, и средство фокусировки излучения, отличающийся тем, что излучающие источники выполнены в виде лазерных диодов, центры излучающих полосок которых преимущественно расположены в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, а оптическая длина от выходного торца каждого из лазерных диодов до зоны фокусировки равна ($L \pm \Delta L$), где ΔL - отклонение оптической длины, причем для каждого из по крайней мере двух лазерных диодов, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL выбрано удовлетворяющим условию когерентности, а именно, $\Delta L \leq \pi \cdot \lambda^2 / 8 \cdot \delta\lambda$, где λ - длина волны излучения соответствующего лазерного диода, $\delta\lambda$ - отклонение длины волны излучения, а

для остальных лазерных диодов отклонение оптической длины ΔL принято составляющим не более 10% от L , при этом в средство формирования дополнительно введено по крайней мере одно средство переноса излучения, обладающее по крайней мере на части своей протяженности возможностью смешивания излучений от лазерных диодов, а средства коллимирования излучения выполнены в виде средств, коллимирующих излучение в плоскостях, параллельных коротким сторонам соответствующих излучающих полосок, и размещенных со стороны лазерных диодов для каждого из них, и средства, коллимирующего излучение в плоскости, параллельной длинным сторонам полосок, и помещенного после средства переноса, а в зоне фокусировки размещено

частично отражающее средство.

7. Излучающий сумматор, включающий излучающие источники с излучающими полосками, имеющими прямоугольное сечение, отображающее средство, помещенное между излучающими источниками и зоной фокусировки и содержащее средство формирования излучения, включающее средство коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях, параллельных сторонам излучающих полосок, и средство фокусировки излучения, отличающийся тем, что излучающие источники выполнены в виде лазерных диодов, и размещены таким образом, что центры излучающих полосок по крайней мере двух лазерных диодов преимущественно расположены в плоскости, перпендикулярной плоскости, в которой расположены преимущественно центры излучающих полосок других по крайней мере двух лазерных диодов, причем указанные плоскости перпендикулярны длинным сторонам излучающих полосок соответствующих лазерных диодов, в отображающее средство дополнительно введено второе средство формирования, каждое из которых соединено с соответствующими по крайней мере двумя лазерными диодами, в каждое средство формирования дополнительно введено по крайней мере одно средство переноса излучения, обладающее по крайней мере на части своей протяженности возможностью смешивания излучений, а средства коллимирования излучения в перпендикулярных плоскостях выполнены в виде средств, коллимирующих излучение в плоскостях, параллельных коротким сторонам соответствующих излучающих полосок, и размещенных со стороны лазерных диодов для каждого из них, и средства, коллимирующего излучение в плоскости, параллельной длинным сторонам излучающих полосок, помещенного после средства переноса, причем оптические оси средств формирования перпендикулярны друг другу, после средств формирования на пересечении их оптических осей и до средства фокусировки дополнительно введен поляризатор с возможностью пропускания коллимированного излучения от одного формирующего средства и полного внутреннего отражения коллимированного излучения от другого формирующего средства для получения результирующего суммарного излучения, а в зоне фокусировки размещено частично отражающее средство, при этом оптическая длина от выходного торца каждого из лазерных диодов до зоны фокусировки равна $(L \pm \Delta L)$, где ΔL - отклонение оптической длины, причем для каждого из по крайней мере двух лазерных диодов, расположенных симметрично относительно оптической оси сумматора, отклонение оптической длины ΔL выбрано удовлетворяющим условию когерентности, а именно, $\Delta L \leq \pi \lambda^2 / 8 \delta \lambda$.

где λ - длина волны излучения соответствующего лазерного диода, $\delta \lambda$ - отклонение длины волны излучения, а для остальных лазерных диодов отклонение оптической длины ΔL принято составляющим не более 10% от L .

8. Излучающий сумматор по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что средство переноса сформировано со степенью смешения, выбранной в диапазоне 10 - 40%.

9. Излучающий сумматор по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что средство переноса выполнено с заданным изменением степени смешения по крайней мере в плоскости, перпендикулярной длинным сторонам излучающих полосок, и по крайней мере в одном направлении.

10. Излучающий сумматор по п.9, отличающийся тем, что средство переноса сформировано с заданным изменением коэффициента преломления.

11. Излучающий сумматор по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что в зоне фокусировки помещена приемная поверхность.

12. Излучающий сумматор по п.11, отличающийся тем, что плоскости приемной поверхности и частично отражающего средства выбраны совпадающими.

13. Излучающий сумматор по любому из пп.2, 6 - 12, отличающийся тем, что для любой пары лазерных диодов, симметрично расположенных относительно оптической оси сумматора, для каждого лазерного диода данной пары отклонение оптической длины ΔL и отклонение длины волны $\delta \lambda$ выбраны удовлетворяющими условию когерентности, а именно, $\Delta L \leq \pi \lambda^2 / 8 \delta \lambda$.

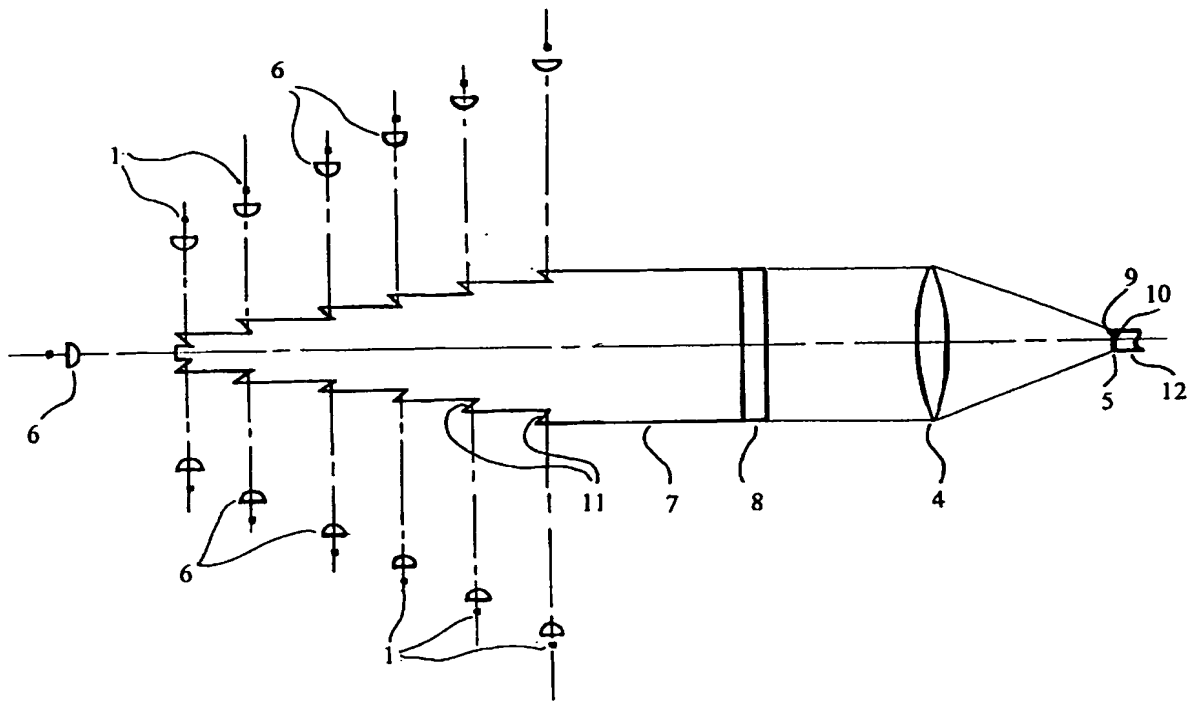
14. Излучающий сумматор по п.13, отличающийся тем, что по крайней мере один из лазерных диодов выбран с наименьшими углами расходимости Θ_a и Θ_b и спектральной полушириной.

15. Излучающий сумматор по п.14, отличающийся тем, что указанный лазерный диод помещен на оптической оси сумматора, а прочие расположены симметрично по отношению к нему.

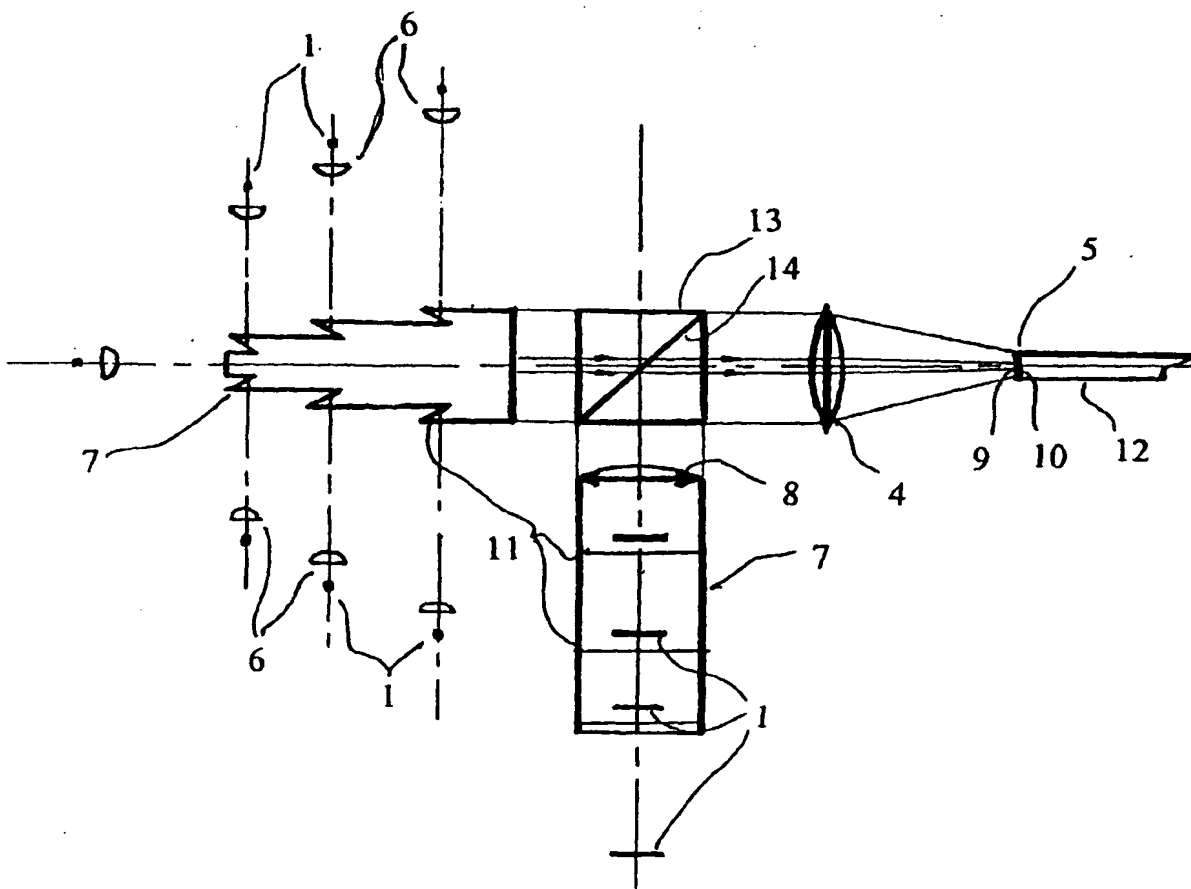
16. Излучающий сумматор по п.14 или 15, отличающийся тем, что лазерный диод с наименьшими углами расходимости Θ_a и Θ_b и спектральной полушириной выполнен одномодовым.

17. Излучающий сумматор по любому из пп.2, 5 - 16, отличающийся тем, что по крайней мере два лазерных диода выбраны с различными значениями длин волн.

18. Излучающий сумматор по п.17, отличающийся тем, что выбрано нечетное число лазерных диодов, причем лазерные диоды с одинаковыми длинами волн размещены симметрично относительно оптической оси сумматора.



ФИГ.2



ФИГ.3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.